



Welche Baumarten trotzen dem Klimawandel?

von Christian Ammer

Welche Baumarten können dem Klimawandel trotzen? Wenn diese Frage nur so einfach zu beantworten wäre. Dass dem leider nicht so ist, hat viele Gründe. Da ist zum einen die Unsicherheit darüber, was uns hinsichtlich des künftigen Klimas tatsächlich erwartet und in welcher Weise dies die Fähigkeit der heimischen Baumarten zu Wachstum und Verjüngung berührt. Da ist zum zweiten die Frage, welche Potentiale unsere Baumarten haben, sich an die Veränderung ihrer abiotischen und biotischen Umwelt anzupassen. Und da stellt sich drittens die Frage, was wir von unseren Baumarten erwarten: Sollen sie forstwirtschaftlich genutzt werden können, also eine ausreichende Betriebssicherheit bieten, oder sollen sie nur als Art überleben? Der folgende Beitrag beleuchtet einige Aspekte, die für die Beantwortung dieser Fragen von Bedeutung sind. Darüber hinaus wird diskutiert, welche Konsequenzen sich für Forstwirtschaft und Naturschutz aus dieser Analyse ergeben und welche Handlungsoptionen bestehen. Entsprechende Überlegungen haben die Langfristigkeit forstwirtschaftlicher Entscheidungen zu beachten, die sich stets auf Zeiträume von vielen Jahrzehnten bis wenigen Jahrhunderten beziehen. Entsprechend groß ist die Unsicherheit hinsichtlich einer Prognose, wie die Bäumchen, die wir heute pflanzen oder die sich natürlich verjüngen, mit den veränderten klimatischen Rahmenbedingungen zurechtkommen werden.

Trotz der Präsenz des Themas „Klimawandel“ in den Medien und trotz der Tatsache, dass die abzusehenden Auswirkungen des anthropogen bedingten Klimawandels auf die Wälder in der forstlichen Literatur bereits vor geraumer Zeit thematisiert wurden (10, 40), besteht vielfach noch immer die Vorstellung, dass es sich dabei um ein in der Zukunft liegendes Ereignis handelt. Diese Einschätzung der Lage wird häufig genug als Rechtfertigung dafür genutzt, nicht unmittelbar bereits heute zu handeln (schon gar nicht im persönlichen Bereich). Das würde nämlich bedeuten, Vorgaben und Verhaltensweisen auf ihre Klimarelevanz hin zu prüfen und gegebenenfalls schmerzliche Veränderungen einzuleiten.

„Die Zukunft hat schon begonnen“

Diese Sicht der Dinge verkennt allerdings, dass wir uns inzwischen mitten in einer nicht mehr aufzuhaltenden, sondern allenfalls abzumildernden Entwicklung befinden. Mit den Worten von Kölling und Walther (17): „Die Zukunft hat schon begonnen“. So haben wir, gemessen am Durchschnitt der Periode 1960 bis 1990, bereits einen

Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 0,5 Grad Celsius hinter uns. Je nach Szenario (d. h. je nach dem Umfang und der Wirksamkeit des klimapolitischen Gegensteuerns) steht uns ein Anstieg um mindestens weitere zwei bis 2,5 Grad Celsius bevor. Darüber hinaus wird, je nach Region unterschiedlich, ein substantieller Rückgang der Niederschläge in der Vegetationsperiode um zehn bis 25 Prozent und eine erhöhte Niederschlagsmenge in den Wintermonaten prognostiziert (18, 36). Insgesamt gilt als sicher, dass die Verteilung, das Ausmaß, die Häufigkeit und/oder die Intensität von Störungen in Waldökosystemen zunehmen werden (8, 31).

Baumarten können mit dieser Entwicklung auf dreierlei Weise Probleme bekommen. *Erstens* können die „neuen“ Klimabedingungen den Arten direkt abträglich sein. So können lange Trockenphasen zu einer höheren Mortalität führen. Dies betrifft insbesondere Arten, die entweder grundsätzlich oder zumindest in bestimmten Lebensphasen auf eine gleichmäßige Wasserversorgung angewiesen sind. Ein Beispiel hierfür sind die sich häufenden Ausfälle von Kulturen aus Pflanzung (besonders drastisch bei Douglasie), aber auch die in langen Trockenphasen hohe Mortalität in Naturverjüngungen. Die-

se tritt vor allem dann auf, wenn die jungen Bäumchen bereits unter „normalen“ Bedingungen mit den Altbäumen um Licht und Wasser konkurrieren müssen. Allerdings ist das Spektrum dessen, was eine Art an abiotischem Stress tolerieren kann, keineswegs einheitlich, sondern hängt oft von ihrer Herkunft ab (4, 6, 7). Dies erschwert eine abschließende Beurteilung der sogenannten Baumarteneignung.

Zweitens werden manche Arten von indirekten Wirkungen betroffen. Ein Beispiel hierfür ist die durch hohe Temperaturen hervorgerufene Vitalisierung der Borkenkäfer und der dadurch erhöhte Befallsdruck, dem beispielsweise die Fichte in besonderem Maße ausgesetzt ist. In Gegenden, in denen bereits die gegenwärtigen Klimabedingungen für das Überleben der Fichte ungünstig waren, hat dies in jüngster Vergangenheit zu flächigen Ausfällen geführt (2).

Drittens müssen sich die Baumarten auf einen völlig neuen Mix der für ihre Verbreitung und Vitalität relevanten Klimafaktoren (dies sind vor allem Temperatur und Niederschlagsmenge bzw. -verteilung) einstellen und dabei mit häufigeren Extremereignissen zurechtkommen (41). Damit verändern sich nicht nur die Lebensbedingungen für einzelne Arten, sondern es gehen mit dieser Entwicklung auch veränderte Konkurrenzbeziehungen zwischen den Arten einher (5, 29). So könnten Arten wie die Buche, die bislang in vielen Gegenden deutliche Konkurrenzvorteile z. B. gegenüber der Eiche hatte, bei zunehmender Trockenheit auf manchen Standorten an Konkurrenzkraft verlieren, da sie gegen Wasserstress anfälliger ist als die Eiche (22).

Dabei ist nicht gesagt, dass die Veränderungen im Konkurrenzgeschehen der Baumarten in den verschiedenen Entwicklungsstufen (Blüte, Regeneration, Wachstum) gleich verlaufen (41). So mag sich eine Baumart unter veränderten Klimabedingungen künftig leichter verjüngen, muss aber möglicherweise hinsichtlich des Wachstums mehr leiden als andere und umgekehrt. Völlig unklar ist darüber hinaus, in welcher Weise auch die Konkurrenzbeziehungen zwischen Baumarten und Bodenpflanzen von der Veränderung der Wachstumsbedingungen betroffen sind. Schließlich besteht eine große Unsicherheit darüber, wie sich die Klimaänderung auf die Ressourcenökonomie der Bäume auswirkt. So wurde z. B. bei der Buche bedingt durch die Zunahme trockener Sommer eine deutliche Zunahme der Fruktifikationshäufigkeit beobachtet; die Bäume tragen also wesentlich häufiger als bisher Früchte (27, 37). Der damit in die Reproduktion investierte Photosynthesegewinn könnte an anderer Stelle fehlen.

Noch größere Unklarheit als hinsichtlich der Wirkung des Klimawandels auf das Wachstum und Reproduktionsvermögen der Bäume besteht hinsichtlich der Fähigkeit der Arten, sich an die laufenden Veränderun-

gen anzupassen. Eine wirksame Anpassung auf genetischem Wege wird, angesichts der – gemessen am Lebensalter eines Baumes – sehr kurzen Zeit des Übergangs vom „gewohnten“ zum „neuen“ Klima, von der Mehrzahl der Fachleute für unwahrscheinlich gehalten. Allerdings sind längst nicht alle möglichen Anpassungsstrategien der Arten ausreichend untersucht (12, 13, 35).

Die aufgezeigten Schwierigkeiten, die vorhandenen Kenntnisse zur Aut- und Synökologie der Baumarten im Hinblick auf ihre Fähigkeit mit dem Klimawandel zurechtkommen belastbar zu werten, erschweren ein abschließendes Urteil zu der eingangs gestellten Frage. Dies gilt nicht zuletzt auch deshalb, weil die großräumig wirkenden Klimafaktoren durch regionale und lokale Differenzierungen wie z. B. die Wasserspeicherkapazität der Böden oder die Geländesituation modifiziert und damit in ihrer Wirkung auf die Bäume verändert werden (38, 39).

Gewinner und Verlierer

Die Frage, welche Baumarten auch unter veränderten Klimabedingungen für die Waldbewirtschaftung geeignet sind, wird zur Zeit ausgesprochen kontrovers diskutiert. Ein Beispiel hierfür ist die künftige Rolle der Buche. So wird die Einschätzung von Ammer et al. (1), Kölling et al. (16) und Manthey et al. (25), nach der die Buche, von wenigen Gebieten abgesehen, vom Klimawandel nicht drastisch betroffen sein wird, von anderen Autoren nicht geteilt (14, 34). Schon wesentlich einheitlicher als bei der Buche wird von den meisten Autoren die Zukunft der Fichte zumindest regional und auf einer Reihe von Standorten, auf denen sie derzeit zu finden ist, als problematisch eingestuft (11, 15, 19, 29, 30, 32, 39, 40, 41). Welche Schlüsse daraus gezogen werden müssen, ist dagegen Gegenstand einer aktuellen und kontroversen Diskussion.

Im Vergleich zur Fichte erscheint das Risiko des Anbaus von Baumarten, deren Areal einen weiten Temperatur- und Niederschlagsbereich abdeckt und dabei in warme und trockene Klimate hineinragt, als wesentlich geringer (18). So werden sich die Anbaumöglichkeiten für viele bewährte heimische Baumarten wie die Eichenarten, die Esche, die Ahornarten, die Kirsche und vielfach auch die Weißtanne vermutlich eher verbessern. Der Anbau von erprobten, nicht heimischen trockenheitstoleranten Baumarten wie der Douglasie und der Esskastanie erscheint vielerorts ebenfalls erfolversprechend.

Im Gegensatz dazu sollten neue fremdländische Baumarten wie z. B. diverse mediterrane oder nordamerikanische Kiefernarten oder Eukalypten und Zedern nur versuchsweise angebaut werden, da sie zum einen in

der Zeit des Übergangs vielfach mit für sie widrigen Faktoren wie Spät- und Frühfrösten zu kämpfen hätten und zum zweiten ihre Leistungsfähigkeit sowie ihre Auswirkungen auf Boden und belebte Umwelt erst geprüft werden müssen. Wie viele Beispiele zeigen, haben vor-schnelle großflächige Anbauten fremdländischer Baumarten zu unerwünschten Nebenwirkungen oder gar Misserfolgen geführt. Ein gutes Beispiel dafür ist die Einführung der nordamerikanischen Dreh-Kiefer in Schweden (9) oder der Strobe in Deutschland.

Strategien und Techniken

Die insgesamt schwierige Einschätzung der Zukunftsfähigkeit der Baumarten bei verändertem Klima erschwert forstliche Planungen und die Beantwortung der unter anderem auch aus naturschützerischer Sicht interessanten Frage, in welcher Weise und Geschwindigkeit sich die potentiell natürliche Vegetation (pnV) angesichts der dauerhaften und raschen klimagetriebenen Veränderung der Standortfaktoren wandelt. Angesichts der erwähnten Unsicherheiten ist klar, dass es keine umfassenden und allgemein gültigen Lösungen und Konzepte zum waldbaulichen Umgang mit dem Klimawandel geben kann. Dennoch lassen sich in Anlehnung an Bolte et al. (3) drei grundsätzliche Strategien nennen:

Aktivitäten um Wälder in ihrer gegenwärtigen Struktur weitgehend zu erhalten. Diese Option erscheint von Interesse bei Bestandesformen, die von Klimawandel gering betroffen sind und/oder eine hohe Widerstandskraft aufweisen, (bereits) sehr alt und/oder in ökonomischer oder anderer Hinsicht von besonderer Bedeutung sind und bei denen schließlich waldbauliche Aktivitäten zur Stabilisierung Erfolg versprechen.

Aktive Anpassungsmaßnahmen wie z. B. den Umbau von Beständen zulasten von risikoreicheren Baumarten, die Verwendung von weniger anfälligen Herkünften oder frühzeitige Erntemaßnahmen. Diese Option wird vor allem dann genutzt werden, wenn das Risiko hoch ist, dass strukturerhaltende Maßnahmen keine mittelfristige Wirkung erzielen, aber gleichzeitig die Bereitschaft dafür niedrig ist, eine Anpassung der Waldstruktur auf natürlichem Wege zuzulassen (siehe Punkt (3)), was den Zusammenbruch des Bestandes zur Folge haben könnte. Ein Beispiel hierfür ist der durch die Bayerische Forstverwaltung auf großer Fläche in allen Waldbesitzarten initiierte Umbau von Fichtenreinbeständen. Insgesamt werden die hier adressierten Aktivitäten umso intensiver ausfallen müssen, je mehr sich der gegenwärtige Bestandstyp vom künftig für potentiell natürlich erachteten unterscheidet (23).

Passive Anpassung durch bewusstes Nicht-Eingreifen. Diese Option minimiert einerseits den zu treibenden Anpassungsaufwand, nimmt aber andererseits dem Handelnden auch alle Steuerungsmöglichkeiten. Diese Option könnte insbesondere in wenig wertvollen (in welcher Hinsicht auch immer), aber gegenüber dem Klimawandel sensitiven Beständen von Bedeutung sein und/oder in Beständen eine Rolle spielen, in denen Anpassungsmaßnahmen nicht angemessen erscheinen oder nicht möglich sind.

Eine aktive Anpassung erfordert sowohl waldbau-strategische als auch waldbau-technische Maßnahmen. Dies bedeutet *erstens*, dass zunächst Regionen mit besonders anfällig erscheinenden Bestandstypen identifiziert und die Aktivitäten darauf konzentriert werden. *Zweitens* gehört hierzu die Entscheidung für eine grundsätzliche Hinwendung zur Begründung oder Förderung von Mischbeständen zur Risikostreuung. Schon unter „normalen“ Verhältnissen sind Mischbestände aus ökonomischen wie ökologischen Gründen höchst sinnvoll (20). Angesichts der Erkenntnis, dass Mischbestände in der Regel resistenter und elastischer auf Störungen rea-

Folgerungen & Forderungen

- Der Klimawandel muss durch Maßnahmen, die den Ausstoß von Treibhausgasen deutlich vermindern, begrenzt werden. Solche Maßnahmen betreffen vor allem den Energieverbrauch und die Landwirtschaft.
- Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald bleiben nach heutigem Wissen dann beherrschbar, wenn der Temperaturanstieg bis zum Jahr 2100 circa zwei Grad Celsius nicht überschreitet, da eine breite Palette heimischer Baumarten diese Steigerung vermutlich verkraftet.
- Sollte der Temperaturanstieg dagegen mehr als vier Grad betragen und/oder sollten regelmäßig lange sommerliche Trockenphasen auftreten, sind flächige Schäden vorprogrammiert.
- In jedem Fall ist ein Waldumbau von Beständen mit risikobehafteten Baumarten (besonders Fichtenreinbestände) in Mischbestände dringend erforderlich.
- Hierzu sind die bestehenden standortbezogenen Baumartempfehlungen unter Berücksichtigung des Klimawandels zu überarbeiten.
- Für den geforderten Waldumbau bedarf es eines ausreichenden forstlichen Fachpersonals und überschaubarer Reviergrößen. Der jetzige Personalstand in vielen Staatsbetrieben und Verwaltungen berücksichtigt nicht, dass die Bewältigung von Sturm- und Käferschäden auf absehbare Zeit die Regel sein wird und ein gezielter Waldumbau nicht nebenbei erledigt werden kann.

gieren (20, 28), kommt dem Aufbau von gemischten Beständen bei der erwarteten Zunahme von abiotischen und biotischen Störungsereignissen eine besondere Bedeutung zu. *Drittens* ist hierunter der zuvor diskutierte Anbau von Baumarten und Herkünften zu verstehen, die bei aller Unsicherheit des Kommenden am ehesten in der Lage erscheinen, sowohl mit den Veränderungen in der Lage erscheinen, sowohl mit den Veränderungen in der Zeit des Übergangs als auch mit den später eventuell konstanteren, aber im Vergleich mit den heutigen Bedingungen veränderten Klimabedingungen zurechtzukommen.

Waldbautechnisch gesehen kommen zum einen Eingriffe in Betracht, die die Beteiligung z. B. von trockenheitstoleranten, frühsukzessionalen und/oder wenig schattentoleranten Arten zulassen (24), bei der Wiederbestockung von Schadflächen Instrumente wie den Vorwald zur Einbringung geeigneter Schlusswaldbaumarten berücksichtigen und vorhandene Naturverjüngungspotentiale nutzen. Dafür sind niedrige Schalenwildichten zwingend erforderlich. Positive Wirkungen kräftig geführter Durchforstungen auf die Toleranz von Trockenstress im Sommer deuten sich aus den wenigen hierzu vorliegenden Untersuchungen an (21, 26). Es ist allerdings zu prüfen, bei welchen Baumarten entsprechende Maßnahmen wirken und vor allem, wie lange solche Effekte anhalten. Darüber hinaus ist unklar, ob mögliche positive Wirkungen nicht durch eine gesteigerte Transpiration der verbleibenden Bäume und eine vitalisierte Bodenvegetation sogar (über)kompensiert werden.

Zieht man aus den vorangegangenen Betrachtungen ein Fazit, so zeigt sich, dass einfache Antworten auf die eingangs gestellte Frage aus vielerlei Gründen nicht möglich sind. Gleichwohl besteht schon heute dringender Handlungsbedarf, dem Klimawandel im Wald durch geeignete waldbauliche Strategien und Techniken – so weit wie möglich – zu begegnen.

Literatur

- (1) Ammer, C. et al. (2005): Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa. – Kritische Anmerkungen zu einem Beitrag von Rennenberg et al. (2004). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 176, 60–67.
- (2) Ammer C. et al. (2006): Hinweise zur waldbaulichen Behandlung von Borkenkäferkalamitätsflächen in Mittelfranken. Berichte der Bayerischen Landesanstalt Nr. 54, 60 S.
- (3) Bolte, A. et al. (2009): Adaptive forest management – a prerequisite of sustainable forestry under climate change. In: Spathelf, P. (Hrsg.): Sustainable forest management in a changing world: European perspective. Springer (in Begutachtung).
- (4) Bolte, A., Czajkowski T., Kompa, T. (2007): The north-eastern distribution range of European beech – a review. Forestry 80, 414–429.
- (5) Bonn, S. (2000): Konkurrenzdynamik in Buchen/Eichen-Mischbeständen und zu erwartende Modifikationen durch Klimaänderungen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 171, 81–87.
- (6) Czajkowski T., Bolte A. (2006): Unterschiedliche Reaktion deutscher und polnischer Herkünfte der Buche (*Fagus sylvatica* L.) auf Trockenheit. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 177, 30–40.
- (7) Czajkowski, T., Kompa, T., Bolte, A. (2006). Zur Verbreitungsgrenze der Buche (*Fagus sylvatica* L.) im nördlichen Mitteleuropa. Forstarchiv 77, 203–216.
- (8) Dale, V.H. et al. (2001): Climate change and forest disturbances. Bioscience 51, 723–734.
- (9) Engelman, O. et al. (2001): Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden. Forest Ecology and Management 141, 3–13.
- (10) Felbermeier, B., Burschel, P. (1994): Klimaänderung und Wald. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 8: 139–146.
- (11) Irrgang, S. (2002): Klimaänderung und Waldentwicklung in Sachsen – Auswirkungen auf die Forstwirtschaft. Forstarchiv 73: 137–148.
- (12) Johnsen, Ø. et al. (2005): Climatic adaptation in *Picea abies* progenies is affected by the temperature during zygotic embryogenesis and seed maturation. Plant Cell and Environment 28, 1090–1102.
- (13) Johnsen, Ø. et al. (1996): Influence of the female flowering environment on autumn frost-hardiness of *Picea abies* progenies. Theoretical and Applied Genetics 92, 797–802.
- (14) Gebler, A. et al. (2007): Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. Trees 21, 1–11.
- (15) Kölling, C., Ammer, C. (2006): Waldumbau unter den Vorzeichen des Klimawandels. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 61, 1086–1089.
- (16) Kölling, C., Walentowski, H., Borchert, H. (2005): Die Buche: Eine Waldbaumart mit grandioser Vergangenheit und sicherer Zukunft in Mitteleuropa. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 60, 696–701.
- (17) Kölling, C., Walther, G.-R. (2007): Die Zukunft hat schon begonnen – Unterwegs zu Wäldern im Klimawandel. LWF aktuell 60, 5–10.
- (18) Kölling, C., Zimmermann, L. (2007): Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 67, 259–267.
- (19) Kölling, C., Zimmermann, L., Walentowski, H. (2007): Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 62, 584–588.
- (20) Knoke, T. et al. (2008): Admixing broadleaved to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics. European Journal of Forest Research 127, 89–101.
- (21) Lagergren, F. et al. (2008): Thinning effects on pine-spruce forest transpiration in central Sweden. Forest Ecology and Management 255, 2312–2323.
- (22) Leuschner, C. et al. (2001): Drought responses at leaf, stem and fine root levels of competitive *Fagus sylvatica* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. trees in dry and wet years. Forest Ecology and Management 149, 33–46.
- (23) Lexer, M.J. et al. (2002): The sensitivity of Austrian forests to scenarios of climate change: a large-scale risk assessment based on a modified gap model and inventory data. Forest Ecology and Management 162, 53–72.
- (24) Lüpke, B. v. (2004): Risikominderung durch Mischwälder und naturnaher Waldbau – ein Spannungsfeld. Forstarchiv 75: 43–50.
- (25) Manthey, M., Leuschner, C., Härdtle, W. (2007): Buchenwälder und Klimawandel. Natur und Landschaft 82, 441–445.
- (26) Misson, L., Vincke, C., Devillez, F. (2003): Frequency responses of radial growth series after different thinning intensities in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands. Forest Ecology and Management 177, 51–63.
- (27) Övergaard, R., Gemmel, P., Karlsson, M. (2007): Effects of weather conditions on mast year frequency in beech (*Fagus sylvatica* L.) in Sweden. Forestry 80: 553–563.

- (28) Pretzsch, H. (2003): Diversität und Produktivität von Wäldern. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 174: 88–98.
- (29) Pretzsch, H., Dursk, J. (2002): Growth reaction of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) to possible climatic changes in Germany. A sensitivity study. Forstwissenschaftliches Centralblatt 121, Supplement 1: 145–154.
- (30) Profft, I., Baier, U., Seiler, M. (2008): Borkenkäfer als Vitalitätsindikator für einen standortgerechten Fichtenanbau. Forst und Holz 63 (2), 32–37.
- (31) Profft, I., Frischbier, N. (2008): Möglichkeiten und Grenzen der Integration von Klimaszenarien in forstlichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Forst und Holz 63 (9), 22–27.
- (32) Profft, I., Seiler, M., Arenhövel, W. (2007): Die Zukunft der Fichte in Thüringen vor dem Hintergrund des Klimawandels. Forst und Holz 62 (2), 19–25.
- (33) Rehfeldt, G.E. et al. (2002): Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris*. Global Change Biology 8, 912–929.
- (34) Rennenberg, H. et al. (2004): Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) – ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 175, 210–224.
- (35) Savolainen, O., Pyhäjärvi, T., Knürr, T. (2007): Gene flow and local adaptation in trees. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 38, 595–619.
- (36) Spekat, A., Enke, W., Freienkamp, F. (2007): Neuentwicklung von regional hochaufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. Publikationen des Umweltbundesamtes.
- (37) Schmidt, W. (2006): Zeitliche Veränderung der Fruktifikation bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) in einem Kalkbuchenwald (1981–2004). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 177, 9–19.
- (38) Schulz, R., Asche, N. (2008): Klima, Standort, Wald. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 63, 20–24.
- (39) Spellmann, H., Suttmöller, J., Meesenburg, H. (2007): Risikovorsorge im Zeichen des Klimawandels. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 62, 1246–1249.
- (40) Thomasius, H. (1991): Mögliche Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Wälder Mitteleuropas. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110, 305–330.
- (41) Wagner, S., Fischer, H. (2007): Klimawandel – wie reagiert der Waldbau? Online Manuskript unter: http://www.forstverein.de/dfv/aktuell/prowald/artikel/2007_2_wagner. 11 S.

Autor

Prof. Dr. Christian Ammer
 Universität Göttingen
 Abteilung Waldbau und Waldökologie der
 gemäßigten Zonen.



Büsgenweg 1
 37033 Göttingen
 E-Mail:
 Christian.Ammer@forst.uni-goettingen.de